Física IV (IF 2023)
Aula 26

- Objetivos de aprendizagem

  - Relacionar as velocidades de um objeto quando observado de dois referenciais inerciais diferentes

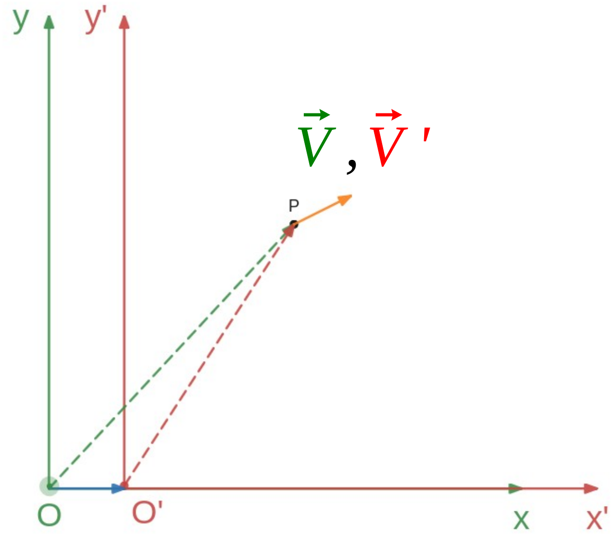
  - Obter a fórmula relativística de adição de velocidades

  - Aplicar a fórmula de adição de velocidades em casos simples

Definir as componentes das velocidades

- Em S:

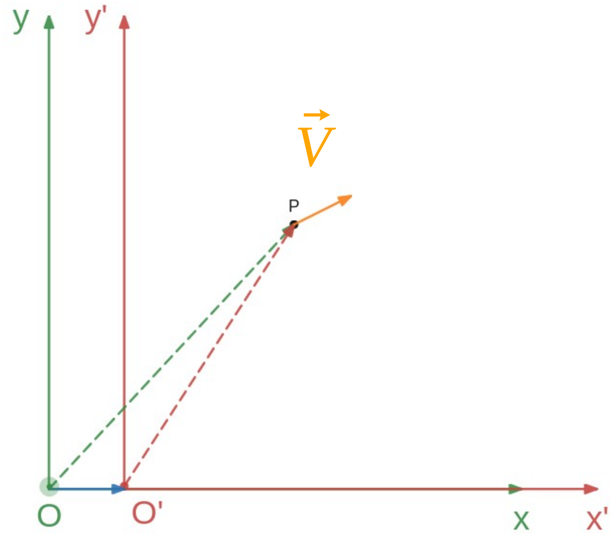
- Em S':



Definir as componentes das velocidades

- Em S: $V_x = \frac{dx}{dt},\ V_y = \frac{dy}{dt},\ V_z = \frac{dz}{dt}$

- Em S' $V_x' = \frac{dx'}{dt'},\ V_y' = \frac{dy'}{dt'},\ V_z' = \frac{dz'}{dt'}$



Expressar V’ a partir de V

- Usar a TL(v)

$$x' = \gamma(x - vt)$$
$$t' = \gamma\left(t - \frac{v}{c^2}x\right)$$
$$y' = y$$
$$z' = z$$

- Expressar as componentes de V' em termos das componentes de V em S
- Colocar dt em evidência

Resultado

$$V_x' = \frac{V_x - v}{1 - \frac{vV_x}{c^2}} \qquad V_y' = \frac{V_y}{\gamma\left(1 - \frac{vV_x}{c^2}\right)} \qquad V_z' = \frac{V_z}{\gamma\left(1 - \frac{vV_x}{c^2}\right)}$$

Expressar esse resultado em termos de componentes $\parallel$ e $\perp$

Resultado

$$V_x' = \frac{V_x - v}{1 - \frac{vV_x}{c^2}} \qquad V_y' = \frac{V_y}{\gamma\left(1 - \frac{vV_x}{c^2}\right)} \qquad V_z' = \frac{V_z}{\gamma\left(1 - \frac{vV_x}{c^2}\right)}$$

Expressar esse resultado em termos de componentes $\parallel$ e $\perp$

$$V_\parallel' = \frac{V_\parallel - v}{1 - \frac{\vec{v}\cdot\vec{V}}{c^2}} \qquad V_\perp' = \frac{V_\perp}{\gamma\left(1 - \frac{\vec{v}\cdot\vec{V}}{c^2}\right)}$$

Em termos de “betas”

Adotando: $\beta_0 = \frac{v}{c}$, (v. rel. referenciais) e $\vec{\beta} = \frac{\vec{V}}{c}$ (velocidade do objeto)

$\gamma_0 = \left(1 - \beta_0^{\,2}\right)^{-1/2}$

$$\beta\| ' = \frac{\beta\| - \beta_0}{1 - \vec{\beta}.\vec{\beta}_0} \qquad \beta\perp ' = \frac{\beta\perp}{\gamma_0\left(1 - \vec{\beta}.\vec{\beta}_0\right)}$$

ou

$$\beta\| ' = \frac{\beta\| - \beta_0}{1 - \beta\|\beta_0} \qquad \beta\perp ' = \frac{\beta\perp}{\gamma_0\left(1 - \beta\|\beta_0\right)}$$

V $\rightarrow$ c:

- Mostrar que V' $\rightarrow$ c

Casos "triviais": $\vec{V} \| \vec{v}$ e $\vec{V} \perp \vec{v}$

Caso geral:

Demonstrar que: $\left(1-\beta'^2\right)=\dfrac{\left(1-\beta^2\right)\left(1-\beta_0^2\right)}{\left(1-\beta_{\|}\beta_0\right)^2}$

$\rightarrow$ quando $\beta^2 \rightarrow 1,\ \beta'^2 \rightarrow 1\ \left(V' \rightarrow c\right)$

(independentemente de v)

Exemplos

- 1) As velocidades de duas partículas (p1 e p2) são conhecidas em S. Determine a magnitude da velocidade da segunda particula no referencial da primeira.

$$\vec{v}_1, \vec{v}_2 \rightarrow |\vec{v}_{21}| \ ?$$

- Dados: $\vec{v}_1 = (-0.3, 0.4, 0.0)c; \ \vec{v}_2 = (0.6, -0.3, 0.2)c, \ |v_{21}| = ... ?$

  Resp.: 0.753 c. Obs.: v_TG=1.14 c (!)

- 2) Mostre que 2 TL sucessivas equivalem a uma TL e determine a velocidade resultante. Relacione com a composição de velocidades relativísticas (M.N.- v4, problema 3 pg. 240)